

## 1 Aufgabe des Versuches

Die Viskosität ist ein wichtiger Materialwert der Fluide und beschreibt deren Zähigkeit. Dünnflüssige Fluide besitzen eine geringere Viskosität als dickflüssige. Damit bestimmt sie die Reibungskraft bei der (langsamen) Umströmung von Körpern mit Gasen und Flüssigkeiten und bei der Durchströmung z.B. von Rohren. Die innere Reibung im Fluid und z.B. die Oberflächenspannung sind Phänomene, die auf die molekularen Kräfte Kohäsion und Adhäsion zurückzuführen sind. Bei Flüssigkeiten nimmt die Viskosität mit der Temperatur ab, bei Gasen zu.

Im Praktikumsversuch soll die dynamische Viskosität einer zähen Flüssigkeit (Öl) bei Raumtemperatur bestimmt werden. Zur Verfügung stehen Glaszylinder und kleine Kugeln aus verschiedenen Materialien. Die Messungen mit den Kugeln aus EISEN, BLEI und GLAS stehen stellvertretend für drei unterschiedliche Methoden (oder unterschiedliche Labore) zur Messung der Viskosität. Bei der Auswertung der Messwerte erhält man drei verschiedene Werte für die Viskosität. Am Ende der Versuchsauswertung muss jeder Experimentator persönlich die Werte und Methoden vergleichen und beurteilen, welchem Ergebnis er vertraut.

Alle Messungen werden 10-fach vorgenommen. Daraus ergibt sich ihr statistischer (zufälliger) Fehler. Die Zähigkeit wird aus mehreren Messgrößen bestimmt (in unserem Fall im Wesentlichen aus der Fallzeit, der Fallstrecke und dem Kugeldurchmesser). Die Fehler dieser Größen sind zu berechnen (Fehlerrechnung). Diese Fehler pflanzen sich in das Endergebnis (in unserem Fall die Viskosität) fort. Der sich ergebende Gesamtfehler der Viskosität ist zu berechnen (Fehlerfortpflanzungsrechnung).

Der Praktikumsversuch basiert auf der sog. „Kugelfallmethode nach Stokes“. Die Auswertung erfolgt durch die Bilanzierung der Kräfte, die auf die im Öl fallende Kugel wirken. Naturgemäß werden für solche Auswertungsformeln immer Voraussetzungen und Vereinfachungen vorgenommen, die ggf. zu Korrekturen führen. In unserem Fall fällt die kleine Kugel nicht im unendlich ausgedehnten Fluid, sondern im gegebenen Glasrohr. Der Wandeinfluss des Rohrs wird durch die sog. Ladenburg-Korrektur berücksichtigt. Es ist zu beurteilen, ob diese Korrektur in unserem Fall nötig ist. Dies gelingt durch den Vergleich der durch die Korrektur erfolgten Verschiebung des Viskosität-Mittelwertes mit dem Fehler der Viskositätsmessung. Diese Verfahrensweise ist am Ende der Auswertung auch grafisch darzustellen.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Der NEWTONsche Schubspannungsansatz - Grundformel der Fluidmechanik

Zwischen zwei Platten der Fläche  $A$  befinde sich eine viskose Flüssigkeit. Um eine Platte parallel zur anderen zu verschieben, ist die Kraft  $F$  notwendig. Die Flüssigkeit haftet in der Regel an den Platten. Die der Platte unmittelbar benachbarte Flüssigkeitsschicht hat dann deren Geschwindigkeit (Haftbedingung). Man denkt sich die Flüssigkeit in unendlich viele Teilschichten der Dicke  $dy$  zerlegt, die mit unterschiedlicher Geschwindigkeit  $v_x$  aufeinander abgleiten. Durch innere Reibung tritt zwischen diesen Schichten eine Schubspannung  $\tau$  auf, die proportional zum Geschwindigkeitsgradienten ist  $\tau = dF / dA \sim dv_x / dy$ . Der Proportionalitätsfaktor ist im vorliegenden Fall gleich dem Materialwert „dynamische Viskosität“  $\eta$ . Die Formel

$$\tau = \eta \frac{dv_x}{dy} \quad (1)$$